

BONDING STRUCTURE OF ELECTROSTATIC CHUCK

Patent number: JP4287344

Publication date: 1992-10-12

Inventor: USHIO MASAKI; others: 02

Applicant: KYOCERA CORP

Classification:

- **international:** H01L21/68

- **european:**

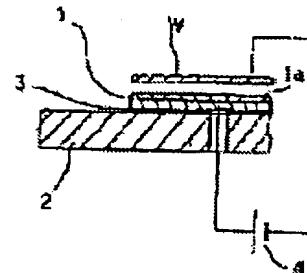
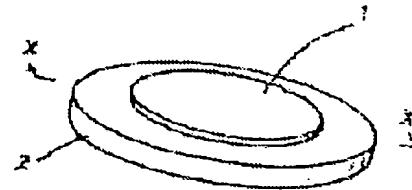
Application number: JP19910076850 19910315

Priority number(s):

Abstract of JP4287344

PURPOSE: To prevent deformation, warp, etc., of a base member, by bonding an electrostatic chuck member of ceramic to the base member by using silicone resin.

CONSTITUTION: An electrostatic chuck 1 is composed of ceramic like alumina, calcium titanate, and barium titanate, and an inner electrode 1a is buried. Said chuck 1 is mounted on a base member 2 composed of metal like aluminum, and adhesive agent 3 composed of silicone resin is interposed between them, which are joined. A semiconductor wafer W can be sucked on the electrostatic chuck member by applying a voltage 4 across the inner electrode 1a of the electrostatic chuck member 1 and the semiconductor wafer W.



[Title of the Invention]

JOINT STRUCTURE OF ELECTROSTATIC CHUCK

[Abstract]

[Purpose] To absorb the thermal expansion difference in a joint structure
5 of an electrostatic chuck member 1 made of a ceramic and fixed on a base
member 2 and to make the electrostatic chuck usable in a temperature
range of -100 to 200°C.

[Constitution] A silicone resin dissolved in an organic solvent is used as an
adhesive and applied to interface of each member and then both members
10 are bonded to each other.

[Claim]

1. A joint structure of an electrostatic chuck obtained by using a silicone
resin for bonding an electrostatic chuck member made of a ceramic and a
base member.

15 [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of the Invention]

The invention relates to a joint structure of an electrostatic chuck
made of a ceramic and employed for fixing, amending, and transporting a
20 silicon wafer or the like in a semiconductor device fabrication apparatus.

[0002]

[Prior Art]

Conventionally, an electrostatic chuck has been used while an
electrostatic chuck member being fixed on a base member made of a metal
25 material. For example, as shown in Fig. 4, an electrostatic chuck member

10 is set on a base member 20 and a mechanical clamp structure for fixing a clamp member 30 in the surrounding with bolts 31 is used. In addition to this fixation method, a screw fixing structure for fixing the electrostatic chuck member 10 directly by bolts and joint structure for fixing it by

5 bonding using an organic adhesive, glass or the like have also been employed. The above-mentioned base member 20 is for supporting the electrostatic chuck member 10 and also for releasing the generated heat and in general, metals such as aluminum, tungsten, stainless steel or the like have been used for it.

10 [0003]

Further, recently, an electrostatic chuck member made of a ceramic tends to be used widely and since the electrostatic chuck member made of the ceramic is inferior in mechanical toughness, mechanical installation such as a mechanical clamp or screw fixation becomes more difficult as the

15 thickness is made thinner.

[0004]

Therefore, in the case of the electrostatic chuck member made of the ceramic, it has been common to bond the electrostatic chuck member and the base member by using an organic adhesive or glass. For example, with respect to a joint structure using, for example, an amine type or epoxy type 20 organic adhesive, it is convenient and has an advantageous point that it has no alkali metal and heavy metal, which become pollutant sources in the semiconductor device fabrication process and therefore it has been employed widely. Also, with respect to a joint structure using glass, an electrostatic 25 chuck made of a ceramic with a high precision and high rigidity can be

obtained.

[0005]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, regarding the above-mentioned joint structure using the
5 organic adhesive or glass, since the thermal expansion coefficient difference
is wide between the base member made of a metal and the electrostatic
chuck member made of the ceramic in the case of using in a wide
temperature range of -100 to 200°C, there occurs a problem that strains and
cracks are caused in the surface of the electrostatic chuck member made of
10 the ceramic. Therefore, it is impossible to bond the electrostatic chuck
member made of the ceramic to, for example, aluminum, which is a common
base member material for a dry etching apparatus and instead, as a base
member, a material having a thermal expansion coefficient very close to that
of the electrostatic chuck member made of the ceramic has to be used.

15 [0006]

Further, as a problem in terms of manufacture, in the case of using
aluminum, for instance, for the base member, since the melting point of
glass paste containing no heavy metal, which is commonly used for bonding
with glass, is 650°C or higher, it may be possible to exceeds the melting
20 point of aluminum to result in occurrence of deformation, warp or the like of
the base member and deterioration of the flatness of the surface of the
electrostatic chuck member.

[0007]

[Means for Solving the Problems]

25 The invention provide a joint structure of an electrostatic chuck by

using a silicone resin dissolved in an organic solvent in paste-like state for bonding an electrostatic chuck member made of a ceramic to a base member.
[0008]

[Effects]

5 According to the invention, by using a silicone resin having a high elongation ratio and excellent heat resistance for bonding an electrostatic chuck member made of a ceramic to a base member, the thermal expansion coefficient difference between both members can be moderated and the flatness can be increased, so that the precision and reliability of the
10 electrostatic chuck can be heightened and the usable temperature range can be widened.

[0009]

[Embodiments]

Hereinafter, embodiments of the invention will be described with
15 reference to illustrations.

The electrostatic chuck joint structures of the invention are shown in Fig. 1 and Fig. 2. An electrostatic chuck member 1 is made of a ceramic such as alumina (Al_2O_3), calcium titanate (CaTiO_3), barium titanate (BaTiO_3) and the like and an inner electrode 1a is embedded therein. The
20 electrostatic chuck member 1 is set on a base member 2 made of a metal such as aluminum and an adhesive 3 made of a silicone resin is put between both members to bond them.

[0010]

By applying voltage 4 between the inner electrode 1a in the
25 above-mentioned electrostatic chuck member 1 and a semiconductor wafer

W, the semiconductor wafer W can be attracted to the electrostatic chuck member 1 (a single polar type). Also, although it is not illustrated, a plurality of inner electrodes 1a are embedded in the electrostatic chuck member 1 and a semiconductor wafer W can be attracted by applying voltage between the inner electrodes (bipolar type).

5

[0011]

The above silicone resin to be used as the adhesive 3 is a silicon compound polymer having semi-inorganic or semi-organic bonds including siloxane bonds (Si-O-Si) and can be defined, for example, by the following 10 chemical formula 1 and chemical formula 2.

10

[0012]

[Chem. formula 1]

-OSi(R)₂O- (R = H, CH₃, C₂H₅...)

[0013]

15 [Chem. formula 2]

Si(R)(O-)₃ (R = H, CH₃, C₂H₅...)

[0014]

Such a silicone resin is excellent in heat resistance and elasticity and in the invention, particularly a silicone resin having a heat resistant 20 temperature of 200°C or higher and an elongation of 80% or higher is used. Here, the elongation means the expansion ratio at the moment of rupture caused by applying extension load to both ends of a test piece of the silicone resin. Use of such a silicone resin with a high elongation as the adhesive 3 as described above makes it easy to absorb the thermal expansion coefficient 25 difference between the electrostatic chuck member 1 and the base member 2,

and to bind these members having a serious difference between their thermal expansion coefficient.

[0015]

Further, the thickness of the above-mentioned adhesive 3 of the
5 silicone resin is about 5 to 40 μm , preferably 10 to 15 μm . If the thickness is thinner than 5 μm , owing to the undulation of the surface of the base member 2, a gap may be formed between the base member and the electrostatic chuck member 1. On the other hand, if the thickness is thicker than 40 μm , it becomes difficult to release the heat of the
10 electrostatic chuck member 1 to the base member 2 and at the same time, the installation precision of the electrostatic chuck member 1 is deteriorated.

[0016]

Further, although the above-mentioned silicone resin itself has a
15 relatively low thermal conductivity, since its thickness is thin as described above, it can well transmit the heat from the electrostatic chuck member 1 to the base member 2. Alternatively, a metal or a metal oxide (Al, SiO₂, and the like) may be added to the silicone resin to the extent that no adverse
20 polluting effect on a wafer is caused so as to improve the thermal conductivity.

[0017]

Further, the embodiments using the base member 2 made of a metal material are exemplified, however it is not intended that the base member be limited to these exemplified metal materials and base members made of
25 ceramics may be used. If ceramics, for example, aluminum nitride

(thermal conductivity 150 to 200 W/m·K), silicon carbide (thermal conductivity 60 W/m·K), a BeO-containing silicon carbide (thermal conductivity 260 W/m·K) and the like having high thermal conductivity are used, they can release the heat of the electrostatic chuck member 1 and at 5 the same time they have excellent rigidity and high size precision and therefore, excellent flatness of the surface of the electrostatic chuck member 1 can be obtained.

[0018]

Next, a manufacture chart for obtaining the joint structure of the 10 invention is shown in Fig. 3. A basic bonding method includes steps of dissolving a silicone resin as an adhesive 3 in an organic solvent such as toluene, acetone or the like so as to give a paste, applying the obtained adhesive in paste-like state to either the front face of the base member 2 or to the rear face of the electrostatic chuck member 1, subsequently, closely 15 sticking both members, and then drying them at ambient temperature. In this bonding method, in order to improve the reliability, the application method and the drying method of the adhesive 3 are important.

[0019]

At first, with respect to the method for applying the adhesive 3, as 20 the application thickness is more uniform, the bonding strength becomes stronger and the electrostatic chuck can be installed more precisely and also as the thickness is thinner, the thermal conductivity become higher. Accordingly, a screen printing method is one of desirable methods. For example, the adhesive 3 is applied in a thickness controlled to be 5 to 40 µm 25 to either the front face of the base member 2 or the rear face of the

electrostatic chuck member 1 through a screen having a mesh size of 100 to 300 by the screen printing. In that case, the mesh size of the screen may be selected optionally depending on the type of the adhesive 3 and the desired thickness of the application.

5 [0020]

Next, with respect to drying, in order to increase the adhesion strength of the adhesive 3 to the interface, drying is carried out for 1 to 2 days under a pressure of 50 to 100 g/cm². That is because if the pressure is lower than 50 g/cm² load, the adhesion strength will be insufficient and if it 10 is higher than 100 g/cm² load, the electrostatic chuck member 1 made of the ceramic may possibly be broken.

[0021]

By employing the production process as described above, the flatness of the surface of the electrostatic chuck member 1 can be 5 µm or less, the 15 parallel degree of the rear face of the base member 2 and the front face of the electrostatic chuck member 1 can be 5 µm or less and a joint structure with an extremely high precision can be obtained. The bonding strength between the electrostatic chuck member 1 and the base member 2 is 20 kg/cm² or higher and it is no problem for practical use.

20 [0022]

Next, as Example of the invention, an electrostatic chuck made of a ceramic bonded by the above-mentioned method was prepared and as Comparative Example, one produced by bonding using glass was produced and they were used for dry etching apparatus.

25 [0023]

Each electrostatic chuck for the dry etching apparatus was used in a use temperature range of -100 to 100°C. Since heat with which a semiconductor wafer was heated in the processing process was required to release to the outside, a metal such as aluminum with a high thermal conductivity was used for the base member. On the other hand, as the ceramic composing each electrostatic chuck, calcium titanate (CaTiO_3) was used. In that case, since the difference between the thermal expansion coefficient of the electrostatic chuck member made of the ceramic, $10.4 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$, and the thermal expansion coefficient of aluminum for the base member, $23 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, was high, cracking occurred in the ceramic portion during the use in the case of Comparative Example. Meanwhile in the case of the Example, since the adhesive made of the silicone resin absorbs the thermal expansion coefficient difference, cracking scarcely occurred and there was no problem for practical use.

15 [0024]

[Effects of the Invention]

According to the invention, since silicone resin is excellent in heat resistance and can absorb thermal expansion coefficient difference, use of the silicone resin for bonding an electrostatic chuck member made of a ceramic and a base member makes it possible to bond the base member and the ceramic electrostatic chuck member having a significant high thermal expansion coefficient difference between them and makes obtained electrostatic chuck usable in a wide temperature range. Consequently, an electrostatic chuck with a joint structure preferably usable particularly for a drying etching apparatus to be used in a temperature range of -100 to 100°C

can be provided.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] A perspective view showing the joint structure of an electrostatic chuck of the invention.

5 [Fig. 2] A cross-sectional view along X-X line in Fig. 1.

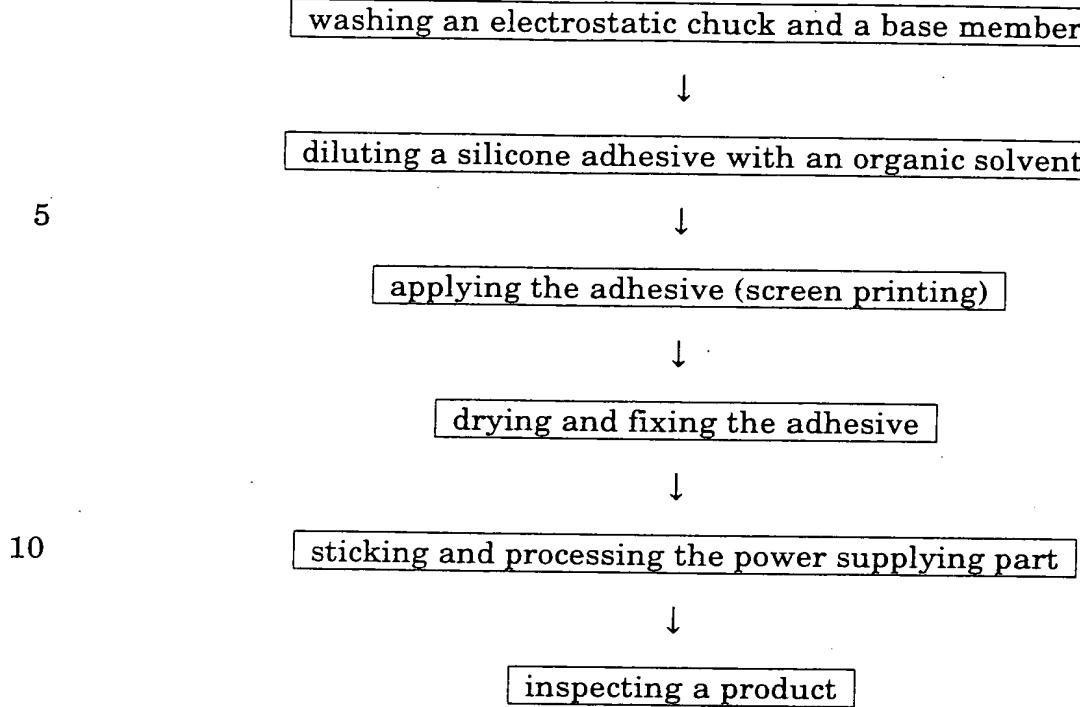
[Fig. 3] A manufacture chart for manufacturing the joint structure of an electrostatic chuck of the invention.

[Fig. 4] A perspective view showing the joint structure of an electrostatic chuck by a conventional mechanical clamp.

10 [Explanation of Symbols]

- 1 an electrostatic chuck member
- 2 a base member
- 3 an adhesive

[Fig. 3]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-287344

(43)公開日 平成4年(1992)10月12日

(51)Int.Cl.⁵

H 01 L 21/68

識別記号 庁内整理番号

R 8418-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全5頁)

(21)出願番号 特願平3-76850

(22)出願日 平成3年(1991)3月15日

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地
の22

(72)発明者 牛尾 雅樹

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株
式会社鹿児島国分工場内

(72)発明者 長崎 浩一

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株
式会社鹿児島国分工場内

(72)発明者 阿多利 仁

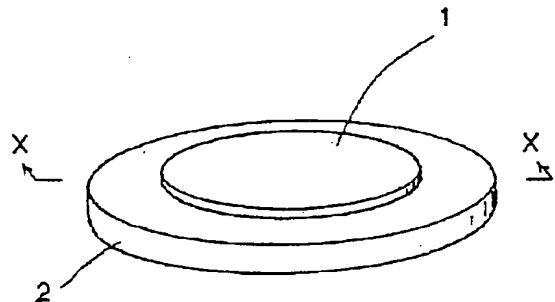
京都市山科区東野北井上町5番地の22 京
セラ株式会社内

(54)【発明の名称】 静電チヤツクの接合構造

(57)【要約】

【目的】セラミック製静電チャック部材1をベース部材2に固定した接合構造において、互いの熱膨張差を吸収し、-100~200°Cの温度範囲で使用可能とする。

【構成】有機溶剤に溶解したシリコーン樹脂を接合剤とし、互いの接合面に塗布した後両者を密着させて接合する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミック製静電チャック部材とベース部材を、シリコーン樹脂で接合したことを特徴とする静電チャックの接合構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体の製造装置等において、シリコンウェハ等の固定、矯正、搬送を行うために用いられるセラミック製静電チャックの接合構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より静電チャックは、金属材からなるベース部材上に静電チャック部材を固定して使用していた。例えば、図4に示す様に、静電チャック部材10をベース材20上に載置し、その周囲にクランプ部材30をボルト31で固定するメカニカルクランプ構造が用いられていた。また、この他に静電チャック部材10を直接ボルトで固定するネジ止め構造、あるいは有機性接着剤、ガラスなどを用いて接合する構造等が用いられていた。上記ベース部材20は、静電チャック部材10を支持するとともに、発生した熱を逃がす働きをなすものであり、アルミニウム、タングステン、ステンレスなどの金属が一般的に用いられていた。

【0003】また、近年セラミックスを用いた静電チャック部材が広く使用されるようになってきたが、セラミックス製静電チャック部材の場合、機械的剛性に劣るため、厚みが薄くなるに従って、メカニカルクランプ、ネジ止め等の機械的な取付が困難となっていた。

【0004】そのため、セラミック製静電チャック部材の場合は、有機性接着剤またはガラスを用いて静電チャック部材とベース部材を接合する構造が一般的であった。例えば、アミン系、エポキシ系等の有機性接着剤を用いた接合構造は、簡便であり、半導体製造プロセスに於て汚染源となるアルカリ金属、重金属を含まないと言う利点があるため、一般に広く使用されていた。また、ガラスを用いた接合構造は、高精度でしかも高剛性なセラミック製静電チャックを得ることができた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記有機性接着剤あるいはガラスを用いた接合構造では、-100～200℃の広い温度域で使用する場合、金属からなるベース部材とセラミック製静電チャック部材との熱膨張率の差が大きいことから、セラミック製静電チャック部材表面に歪、割れが生じるという問題点があった。そのため、例えばドライエッキング装置用のベース部材として一般的なアルミニウム等への接合は不可能であり、ベース部材として、セラミック製静電チャック部材に熱膨

2

張率の極めて近い材料を使用しなければならないという不都合があった。

【0006】さらに製造上の問題として、例えばベース部材にアルミニウムを用いた場合、ガラス接合で一般的な、重金属を含まないガラスベーストの融点は650℃以上であるため、アルミニウムの融点を越えてしまう可能性があり、ベース部材の変形、反り等の問題が発生し、静電チャック部材表面の平坦度などが悪くなるという問題が生じていた。

10 【0007】

【課題を解決するための手段】そこで本発明は、セラミック製静電チャック部材をベース部材に固定する際に、有機溶剤で溶解したペースト状のシリコーン樹脂を用いて接合したものである。

【0008】

【作用】本発明によれば、伸び率が大きく、耐熱性のあるシリコーン樹脂を用いてセラミック製静電チャック部材とベース部材とを接合することにより、両者の熱膨張差を緩和し、かつ平面度を高くできることから、静電チャックの精度、信頼性を高くでき、使用可能温度も広くなる。

【0009】

【実施例】以下本発明の実施例を図によって説明する。図1、図2に本発明の静電チャックの接合構造を示す。静電チャック部材1は、アルミナ(Al_2O_3)、チタン酸カルシウム(CaTiO_3)、チタン酸バリウム(BaTiO_3)などのセラミックスからなり、内部電極1aを埋設したものである。そして、この静電チャック部材1を、アルミニウムなどの金属からなるベース部材2に載置し、両者の間にシリコーン樹脂からなる接合剤3を介在させて接合してある。

【0010】そして、上記静電チャック部材1の内部電極1aと、半導体ウェハWとの間に電圧4を印加することによって、静電チャック部材1上に半導体ウェハWを吸着させることができる(単極型)。また、図示していないが、静電チャック部材1中に複数の内部電極1aを埋設しておいて、これらの内部電極間に電圧を印加することによって、半導体ウェハWを吸着することもできる(双極型)。

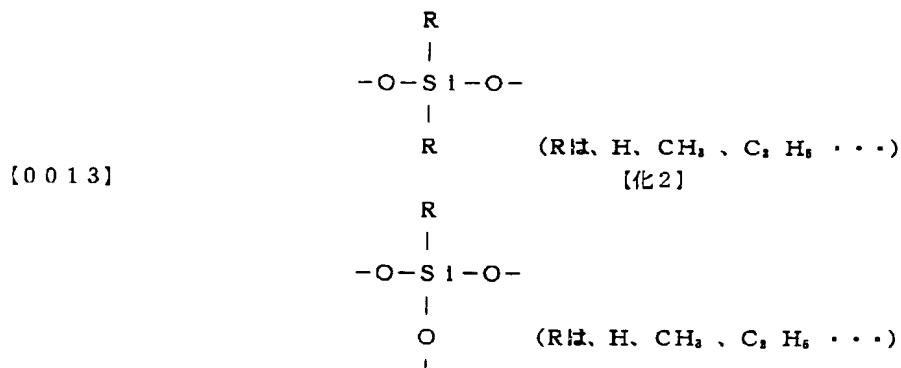
【0011】また、上記接合剤3として使用するシリコーン樹脂とは、シロキサン結合(Si-O-Si)を有する半無機、半有機的結合のケイ素化合物重合体のことであり、たとえば下記化1、化2の化学式で表すことができる。

【0012】

【化1】

3

4



【0014】このような、シリコーン樹脂は耐熱性、弾性に優れているが、本発明では特に耐熱温度200℃以上、伸び率80%以上のシリコーン樹脂を用いる。ここで、伸び率とは、シリコーン樹脂のテストピースの両端より引っ張り荷重を加えた時の、破断するまでの伸び率のことである。このように、伸び率が大きいシリコーン樹脂を接合剤3として用いることにより、静電チャック部材1とベース部材2との熱膨張差を吸収しやすくなり、熱膨張差の大きい材質同士を接合することができる。

【0015】さらに、上記シリコーン樹脂からなる接合剤3の厚みは、5～40μm程度、好ましくは10～15μmとしてある。これは、厚みが5μmより小さいとベース部材2表面のうねりのために静電チャック部材1との間に隙間ができてしまい、一方厚みが40μmより大きいと、静電チャック部材1の熱をベース部材2へ逃がしにくくなるとともに、静電チャック部材1の取付精度が悪くなるためである。

【0016】また、上記シリコーン樹脂自体は熱伝導性がやや低いが、上記のように厚みが小さいため、静電チャック部材1からベース部材2への熱伝導を良くすることができる。さらに、シリコーン樹脂中にウェハ汚染に影響のない範囲で金属あるいは金属酸化物(AI、SiO₂等)を混入させることにより、熱伝導性を向上させることもできる。

【0017】さらに、以上の実施例では、ベース部材2として金属材を用いたものを示したが、これに限らずセラミックスを用いることもできる。例えば、窒化アルミニウム(熱伝導率150～200W/m·K)、炭化珪素(熱伝導率60W/m·K)、BeOを含む炭化珪素(熱伝導率260W/m·K)などの熱伝導率が高いものを用いれば、静電チャック部材1の熱を逃がすことができ、同時に剛性に優れ、かつ寸法精度を高められるため、静電チャック部材1の表面の平坦度などを優れたものとできる。

【0018】次に、本発明の接合構造を得るための製造工程図を図3に示す。基本的な接合方法は、接合剤3としてシリコーン樹脂をトルエン、アセトンなどの有機溶

剤で溶解してペースト状とし、ベース部材2の表面又は静電チャック部材1の裏面のいずれかに塗布した後、双方を密着させ、その後常温にて乾燥する工程からなる。この接合方法において信頼性を向上させるためには、接合剤3の塗布方法と乾燥方法が重要である。

【0019】まず、接合剤3の塗布方法であるが、塗布厚みが均一である方が接合強度を強く、かつ静電チャックの取付精度を良くすることができ、また厚みが薄い方が熱伝導性も良くなる。したがって望ましい方法の一つとしてスクリーン印刷法が挙げられる。例えば、100～300メッシュのスクリーンを介してベース部材2の表面または、静電チャック部材1の裏面のいずれかに、スクリーン印刷により厚み5～40μmとなるように接合剤3を塗布する。このとき、スクリーンのメッシュサイズは用いる接合剤3の種類、望む塗布厚みにより、最適なものを選べばよい。

【0020】次に乾燥に関しては、接合面と接合剤3の密着性を向上させるために50～100g/cm²の圧力をかけて、1～2日間で乾燥させる。これは、50g/cm²より低荷重では密着性が不十分であり、一方100g/cm²より高荷重ではセラミック製の静電チャック部材1が破損する可能性があるためである。

【0021】以上のような製造工程とすることにより、静電チャック部材1表面の平坦度を5μm以下、ベース部材3裏面と静電チャック部材1表面との平行度を5μm以下と、極めて高精度の接合構造とすることができる。また、静電チャック部材1とベース部材2との接合強度は、20kg/cm²以上となり、使用上問題はなかった。

【0022】次に、本発明実施例として、上記の方法で接合したセラミック製静電チャックを用意し、比較例として、ガラスで接合したものを用意し、それぞれドライエッティング装置に用いた。

【0023】ドライエッティング装置用静電チャックは使用温度-100～100℃の範囲で使用される。その加工プロセスにより、半導体ウェハが加熱される熱を外部へ逃がす必要があるため、静電チャック部材を固定するベース部材にはアルミニウムなどの高熱伝導性の金属を

5

用いた。一方、静電チャック部材を構成するセラミックスとして、チタン酸カルシウム (CaTiO_3) を用いた。このとき、セラミック製静電チャック部材の熱膨張率が $10.4 \times 10^{-6}/\text{°C}$ に対して、ベース部材であるアルミニウムの熱膨張率は $23 \times 10^{-6}/\text{°C}$ と差が大きいため、比較例では使用中にセラミックス部分に割れが発生した。これに対し本発明実施例では、シリコーン樹脂からなる接合剤が両者の熱膨張率の差を吸収するため、割れなどが発生することではなく、使用上問題はなかった。

【0024】

【発明の効果】叙上のように本発明によれば、セラミック製静電チャック部材とベース部材をシリコーン樹脂を用いて接合したことによって、シリコーン樹脂は耐熱性に優れ、互いの熱膨張差を吸収できることから、熱膨張率に大きな差のあるベース部材とセラミック製静電チャック部材との接合が可能となり、また広い温度範囲で有

6

効に使用することができる。そのため、特に $-100\sim100\text{°C}$ の温度範囲で使用されるドライエッティング装置に、好適に使用できる静電チャックの接合構造を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の静電チャックの接合構造を示す斜視図である。

【図2】図1中のX-X線断面図である。

【図3】本発明の静電チャックの接合構造を製造するための工程図である。

【図4】従来のメカニカルクランプによる静電チャックの接合構造を示す斜視図である。

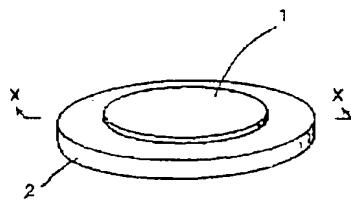
【符号の説明】

1 . . . 静電チャック部材

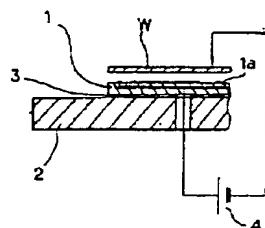
2 . . . ベース部材

3 . . . 接合剤

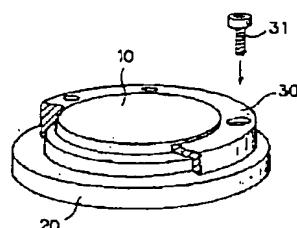
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

